

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月20日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-336623  
Application Number:

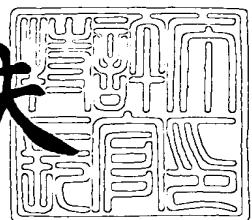
[ST. 10/C] : [JP2002-336623]

出願人 スタンレー電気株式会社  
Applicant(s):

2003年8月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P24961  
【提出日】 平成14年11月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明の名称】 発光素子の駆動回路及び駆動方法並びに光通信装置  
【請求項の数】 6  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気  
株式会社内  
【氏名】 岡 弘幸  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気  
株式会社内  
【氏名】 古川 芳毅  
【特許出願人】  
【識別番号】 000002303  
【住所又は居所】 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号  
【氏名又は名称】 スタンレー電気株式会社  
【代表者】 北野 ▲隆▼典  
【代理人】  
【識別番号】 100066061  
【住所又は居所】 東京都港区新橋1丁目18番16号 日本生命新橋ビル  
3階  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 丹羽 宏之  
【電話番号】 03(3503)2821

**【選任した代理人】**

【識別番号】 100094754

【住所又は居所】 東京都港区新橋1丁目18番16号 日本生命新橋ビル  
ル3階

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 野口 忠夫

【電話番号】 03(3503)2821

**【手数料の表示】**

【予納台帳番号】 011707

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0101572

**【プルーフの要否】 要**

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子の駆動回路及び駆動方法並びに光通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光素子を駆動する駆動回路において、前記発光素子の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を有することを特徴とする発光素子の駆動回路。

【請求項 2】 前記駆動部は、発光素子の遮断周波数を極として略6 dB/octの傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器からなることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子の駆動回路。

【請求項 3】 前記増幅器は、所望の周波数を生成する周波数生成部と、カレントミラー回路で構成された電流遅倍部よりなることを特徴とする請求項 2 に記載の発光素子の駆動回路。

【請求項 4】 発光素子を駆動する駆動方法において、前記発光素子の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を通して発光素子を駆動するようにしたことを特徴とする発光素子の駆動方法。

【請求項 5】 発光素子の遮断周波数を極として略6 dB/octの傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器からなる駆動部を通して発光素子を駆動するようにしたことを特徴とする請求項 4 に記載の発光素子の駆動方法。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 3 何れか記載の発光素子の駆動回路を備えたことを特徴とする光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、LEDやレーザーダイオードなど電流を光に変換する発光素子の駆動回路及び駆動方法並びに光通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

発光素子であるLED（発光ダイオード）は、その扱い性のよさと安価なことから、家電製品のリモートコントロールユニットをはじめ、様々な光通信用途に

使用されている。近年、通信速度の高速化が進んでいるが、このLEDはその応答速度の限界から、最新の汎用プロトコル、例えばIEEE1394規格の400Mbpsといった、高速通信に応用することが困難であった。

#### 【0003】

図6は従来の発光素子の駆動回路を示す図であり、光信用の高速LED駆動回路の一例を示している。同図中、Q11はロジックドライバICであり、送信すべきシリアルデータを「high」、「low」のロジック電圧レベルで出力する。

#### 【0004】

このとき、LED11から十分な光パワーを得るために、このドライバIC Q11は出力電流能力の大きなものが選ばれる。例えば、標準CMOSロジックICである74AC04が採用される。このICは、出力振幅がほぼ電源電圧まで得られ、大駆動電流かつ高速動作が可能であり、最大100Mbpsまで使用可能である。また、場合によっては複数のドライバを並列接続し、電流能力を高めることが行われる。

#### 【0005】

R11及びR12は発光時の電流制限用抵抗であり、LED11に流れる最大電流を制限する。すなわち、これらの抵抗R11、R12により駆動電圧Vccが電流に変換されることになる。12はLED11に接続した電圧Vccの直流電源である。

#### 【0006】

C11はスピードアップコンデンサとも呼ばれるコンデンサであり、発光開始時にこのコンデンサC11に流れる電流は、元の駆動波形の微分成分として駆動電流に重畠され、LED11のより高速な発光立ち上がりを促す。また、発光停止時にはその蓄積された電荷がドライバIC Q11の「high」レベル電圧に加算され、LED11に逆バイアス電圧として印加されることになり、LED内部の電荷を急速に消滅させる作用を持つ。

#### 【0007】

R13はLED11の消灯時にある一定のバイアス電流を流す抵抗であり、L

ED11の発光立ち上がり時間を短縮させる作用を持つ。この例は、簡素な構成で、高速光信号が得られる実用性の高い回路である。

#### 【0008】

図7は他の従来例の構成を示す回路図である。同図中、Q12、Q13は差動回路を構成するトランジスタであり、一方のトランジスタQ12には抵抗R14が接続され、LED11と接続されたもう一方のトランジスタQ13のベースには直流電源14からバイアス電圧Vbiasが与えられる。また、両方のトランジスタQ12、Q13電流の合計が定電流源15で決定される。

#### 【0009】

このとき、トランジスタQ12、Q13は飽和／遮断領域を使わない設定になっており、高速動作が可能である。また、トランジスタQ13のベースはバイアス電圧源に接続されているが、このトランジスタQ13はトランジスタQ12への入力信号と逆相の信号で駆動してもよい。

#### 【0010】

この他にも、LEDで高速光信号を得るために、以下のようなさまざまな提案がなされている。

#### 【0011】

(1) LEDにあらかじめバイアス電流あるいは電圧を印加しておき、信号駆動電流による発光の遅れを低減する（例えば、特許文献1～6参照。）。

#### 【0012】

(2) 信号から微分成分を抽出し、それを信号駆動電流に重畠することで、電流の変化を強調し、速度を上げる（例えば、特許文献2及び特許文献7～18参照。）。

#### 【0013】

(3) LEDの消灯時に外部から急速に電荷を吸い出す（例えば、特許文献19～22参照。）。

#### 【0014】

##### 【特許文献1】

特開2001-326569号公報

**【特許文献 2】**

特開 2000-232240 号公報

**【特許文献 3】**

特開 2000-228543 号公報

**【特許文献 4】**

特開平 5-29655 号公報

**【特許文献 5】**

特開昭 63-77172 号公報

**【特許文献 6】**

特開昭 60-180232 号公報

**【特許文献 7】**

特開 2000-299498 号公報

**【特許文献 8】**

特開平 11-74567 号公報

**【特許文献 9】**

特開平 11-40855 号公報

**【特許文献 10】**

特開平 10-242522 号公報

**【特許文献 11】**

特開平 10-65217 号公報

**【特許文献 12】**

特開平 9-148631 号公報

**【特許文献 13】**

特開平 7-122783 号公報

**【特許文献 14】**

特開平 5-121783 号公報

**【特許文献 15】**

特開平 5-90642 号公報

**【特許文献 16】**

特開平3-27579号公報

【特許文献17】

特開平2-272778号公報

【特許文献18】

特開昭58-137340号公報

【特許文献19】

特開2000-101047号公報

【特許文献20】

特開平5-7144号公報

【特許文献21】

特開平1-138766号公報

【特許文献22】

特開昭64-5078号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の駆動回路にあっては、次のような問題点があった。

【0016】

微分成分を重畠させる方法（ピーリング手法という）に関しては、その定数の決定が困難であった。これは、LEDの発光、消灯、すなわちオン／オフ制御を基本に過渡特性を改善しようとする考え方に基づいていることに原因があると考えられる。つまり、LEDの本来の駆動電流（ピーリングによる過渡遷移終了後のレベル）を確保しつつ、微分電流を加算しなければならないことより、電源電圧、駆動回路の速度及び騒動能力などの制限から適切な時定数の設定が困難であることによる。

【0017】

さらに、図6に示す回路の標準ロジックドライバICは応答時間（立ち上がり及び立ち下り時間）が5ns程度であり、工夫をしても100Mbps（1bit = 10ns）が限界である。

**【0018】**

ただし、この駆動回路の限界は図7に示すような回路にすることにより改善できる。すなわち、図6に示す駆動回路ではIC内部のトランジスタ（FETを含む）は飽和領域、遮断領域まで動作しているが、これを能動領域のみで動作させるような設定にすれば高速動作が可能である。

**【0019】**

しかし、図7を基本とした回路はLEDを光らせるための電流の倍の電流源が必要であり、消費電流が大きくなってしまう。

**【0020】**

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたもので、簡易な構成で、消費電流も小さく、また発光素子の持っている遮断周波数より高い周波数成分の光信号が得られ、高速光通信が可能な発光素子の駆動回路及び駆動方法並びに光通信装置を提供することを目的としている。

**【0021】****【課題を解決するための手段】**

本発明に係る発光素子の駆動回路は、発光素子の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を有するようにしたものである。

また、上記駆動部は、発光素子の遮断周波数を極として略 $6\text{ dB/oc}$ tの傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器からなるようにし、さらに、該増幅器は、所望の周波数を生成する周波数生成部と、カレントミラー回路で構成された電流遅倍部よりなるようにしたものである。

**【0022】**

本発明に係る発光素子の駆動方法は、発光素子の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を通して発光素子を駆動するようにしたものであり、また、駆動部に発光素子の遮断周波数を極として略 $6\text{ dB/oc}$ tの傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器を用いるようにしたものである。

**【0023】**

本発明に係る光通信装置は、上記の発光素子の駆動回路を備えるようにしたるものである。

**【0024】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施例を図面について説明する。

**【0025】**

本実施例では、発光素子の周波数特性に着目し、その逆のゲイン特性を持つ増幅器で駆動する構成としている。ここでは、発光素子としてLEDを挙げ、このLEDの周波数特性を理想特性に等価させるイコライザーアンプで駆動するようしている。

**【0026】**

図1は本発明の実施例の構成を示すブロック図であり、光通信装置に備えられたLED駆動回路の基本的な構成を示している。この駆動回路は、等価増幅器1と電流遅倍回路2により、発光素子であるLED（発光ダイオード）3の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を構成するようにしたものである。

**【0027】**

また、上記駆動部は、LED3の遮断周波数 $f_c$ を極として略6dB/octの傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器からなるようにし、さらに、該増幅器は、所望の周波数を生成する周波数生成部と、カレントミラー回路で構成された電流遅倍部よりなるようにしている。

**【0028】**

図2はある通信用のLEDの周波数応答特性を示す図であり、周波数[MHz]と相対ゲイン[dB]（ $1\text{MHz} = 0\text{dB}$ ）の関係を示している。よく知られているように、LEDなどの発光素子の周波数応答特性は、その半導体接合容量を主要因として、高い周波数ほど得られる光出力の振幅は低下してゆく。

**【0029】**

一般に、低い周波数（この場合1MHz）での振幅を基準として、 $-3\text{dB}$ となる周波数が $f_c$ （遮断周波数）と定義される。この例の場合、遮断周波数 $f_c$ は48MHzとなる。

**【0030】**

また、この $f_c$ より高い周波数では、主要因である接合容量による1次遅れ系

特性が現れ、 $-6 \text{ dB}/\text{oct}$  に近い傾きで低下してゆく。本実施例では、この特性に着目している。

### 【0031】

この特性は、ローパスフィルタの特性として見ることができる。つまり、このLEDで通信を行おうとすると、このようなローパスフィルタが通信経路に挿入されると考えられる。したがって、この場合ベースバンドデジタル伝送可能な最大速度は、ナイキスト周波数の式  $f_N = 1/2T$  より求まり、ビットレート（伝送速度）は  $96 \text{ Mbit/s}$  が上限と計算される。

### 【0032】

図3は本実施例における増幅器の周波数応答特性の一例を示す図である。増幅器の周波数特性として基本的には、広帯域増幅器の特性であるが、LEDの遮断周波数転を低域遮断周波数の極とするHPF特性を併せ持っている。但し、増幅器としておのずと周波数に上限があり、その値は求める光の高域遮断周波数より高くなるように、回路構成、使用部品が設定される。

### 【0033】

図4は本実施例のゲイン周波数応答特性を示す図であり、図2の特性のLEDを図3の特性の増幅器で駆動した場合の総合周波数特性データである。

### 【0034】

この特性より明らかなように、本実施例によりLEDとしては約  $50 \text{ MHz}$  であった  $f_c$  がトータルで  $340 \text{ MHz}$  に大幅に改善している。その結果、LEDを使って、 $500 \text{ Mbit/s}$  以上の光伝送装置を実現することができた。

### 【0035】

図5に本実施例のLED駆動回路の具体的構成を示す。図6及び図7と同一符号は、同一構成要素を示している。13は  $V_{ref}$  の基準電圧源である。

### 【0036】

駆動すべき信号電圧は、抵抗R1を介してトランジスタQ1のベースに与えられる。ここで信号波形としては、いわゆるデジタル信号（パルス列）を想定するが、サイン波形をサブキャリアとする信号でも問題ない（広帯域増幅器であるのでフーリエ変換の考え方方がそのまま適用できる）。

**【0037】**

そして、トランジスタQ1と抵抗R1、R2、R3、及びコンデンサC1で電圧を電流に変換するとともに、必要な周波数特性を得られるようにしている。

**【0038】**

トランジスタQ2とQ3、及びQ4はカレントミラー回路を構成している。この場合、トランジスタQ2に流れる電流はトランジスタQ3とQ4にも同じ波形で流れ、それを合計した電流がLED11に流れる。

**【0039】**

このように、カレントミラー回路により電流が整数倍できるので、上述の電圧電流変換回路に流す電流はLED11に流すべき電流の整数分の1でよい。したがって、消費電力が低減できるとともに、使用するトランジスタも定格電流の小さなものでよく、特性のよいものが得られにくいといわれるPNPトランジスタも選択肢が広げられ、低成本で実現できる。

**【0040】**

なお、カレントミラー回路の二次側のトランジスタは2個としたが、必要に応じて増やすことは問題ない。

**【0041】**

また、トランジスタQ2、Q3、Q4のエミッタにそれぞれ抵抗R4、R5、R6が接続されているが、これらの抵抗R4、R5、R6は各トランジスタQ2、Q3、Q4のばらつき吸収を目的としたもので、この回路をモノリシックICにしようとした場合など、ばらつきが無視できる場合には割愛することも可能である。その場合、トランジスタが接合型であれば、該トランジスタはエミッタサイズを変えることで、出力段の素子としては1つで実現可能であり、電流通倍比は整数倍に限定されず、任意の比率が可能となる。

**【0042】**

また、出力段をカレントミラー回路としたことで、信号レベルが「LOW」であってもLED11に一定のバイアス電流を流すことは容易に実現できる。

**【0043】**

以上のように、本実施例では、簡易な構成で、消費電流も小さく、またLED

11の持っている遮断周波数より高い周波数成分の光信号が得られ、高速光通信が可能となる。

#### 【0044】

また、LED11等の発光素子の遮断周波数  $f_c$  を超える伝送レートの発光素子駆動回路を実現することができる。例えば、遮断周波数  $f_c$  が 100 MHz 以下のLEDを使って、IEEE1394のS400のような高速インターフェースのための駆動回路が可能である。このS400の場合、伝送すべき信号は 500 Mbps ( $1 \text{ bit} = 2 \text{ ns}$ ) となる。

#### 【0045】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、簡易な構成で、消費電流も小さく、また発光素子の持っている遮断周波数より高い周波数成分の光信号が得られ、高速光通信が可能になるという効果がある。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の構成を示すブロック図

【図2】 LEDの周波数応答特性を示す図

【図3】 増幅器の周波数応答特性を示す図

【図4】 実施例のゲイン周波数応答特性を示す図

【図5】 実施例の駆動回路の構成を示す図

【図6】 従来の駆動回路の構成を示す図

【図7】 他の従来例を示す回路図

##### 【符号の説明】

- 1 等価増幅器
- 2 電流通倍回路
- 3 LED (発光素子)
  - 11 LED
  - 12 直流電源
  - 13 基準電圧源
- Q1 パワートランジスタ

Q2 トランジスタ

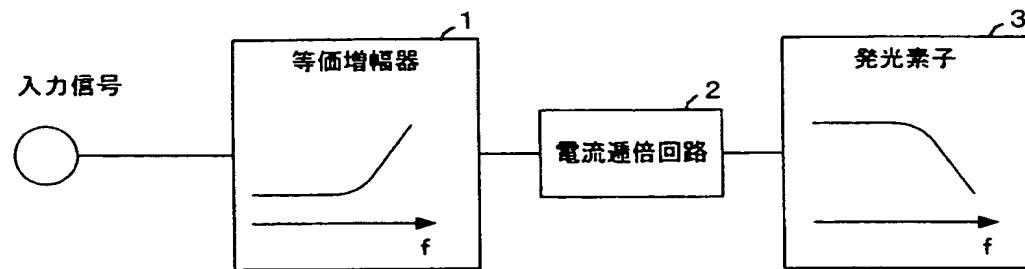
Q3 トランジスタ

Q4 トランジスタ

【書類名】 図面

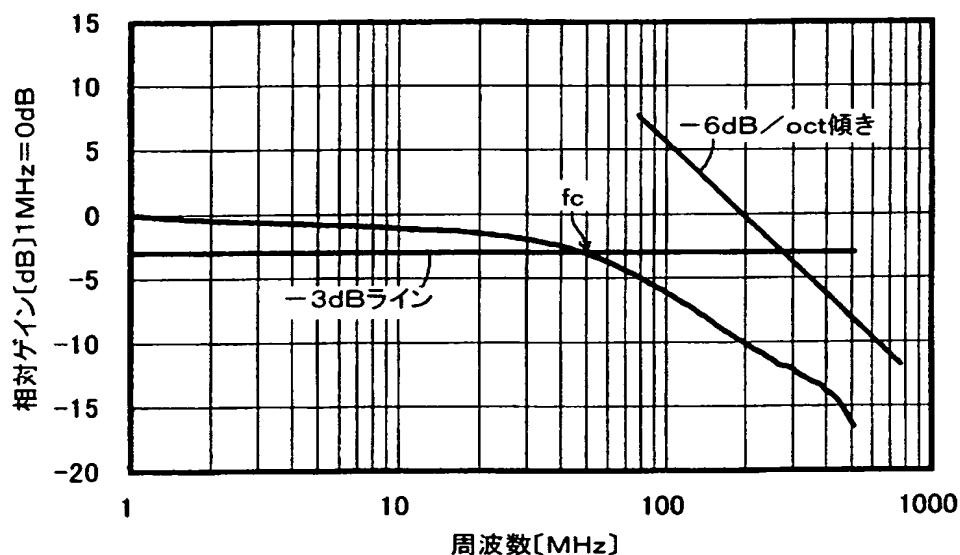
【図 1】

本発明の実施例の構成

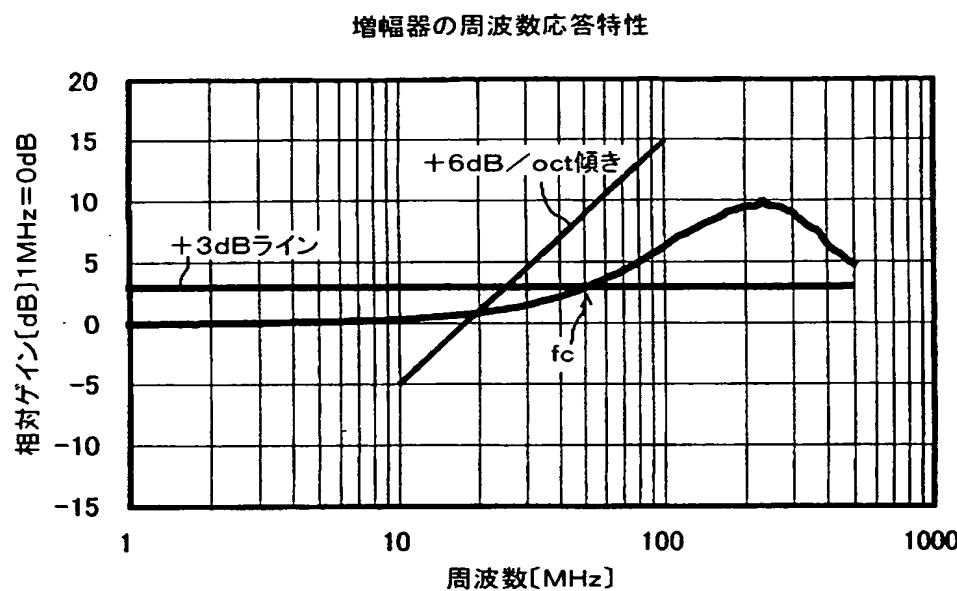


【図 2】

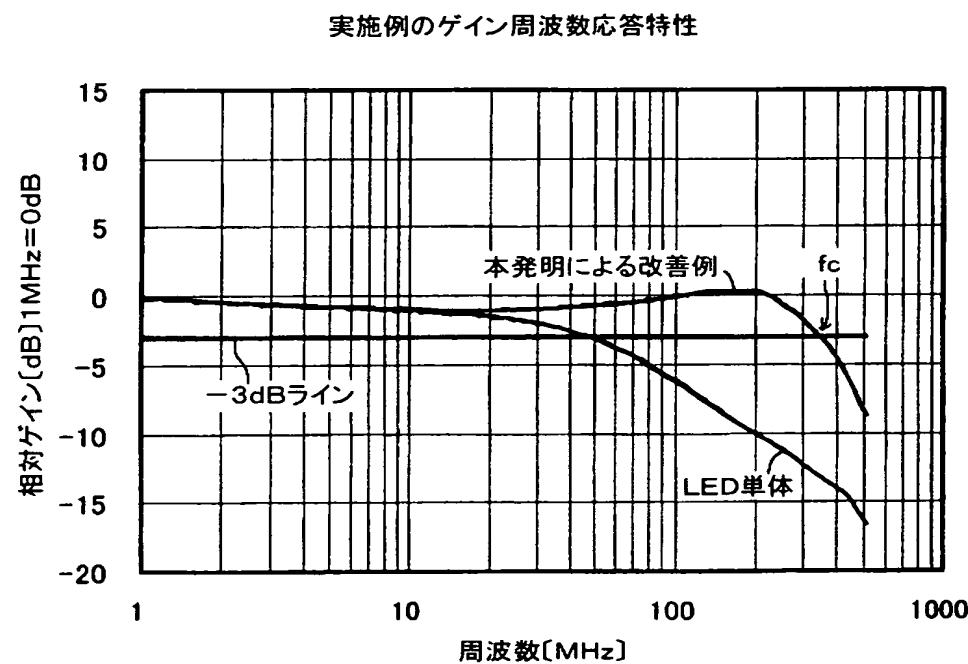
LEDの周波数応答特性



【図 3】

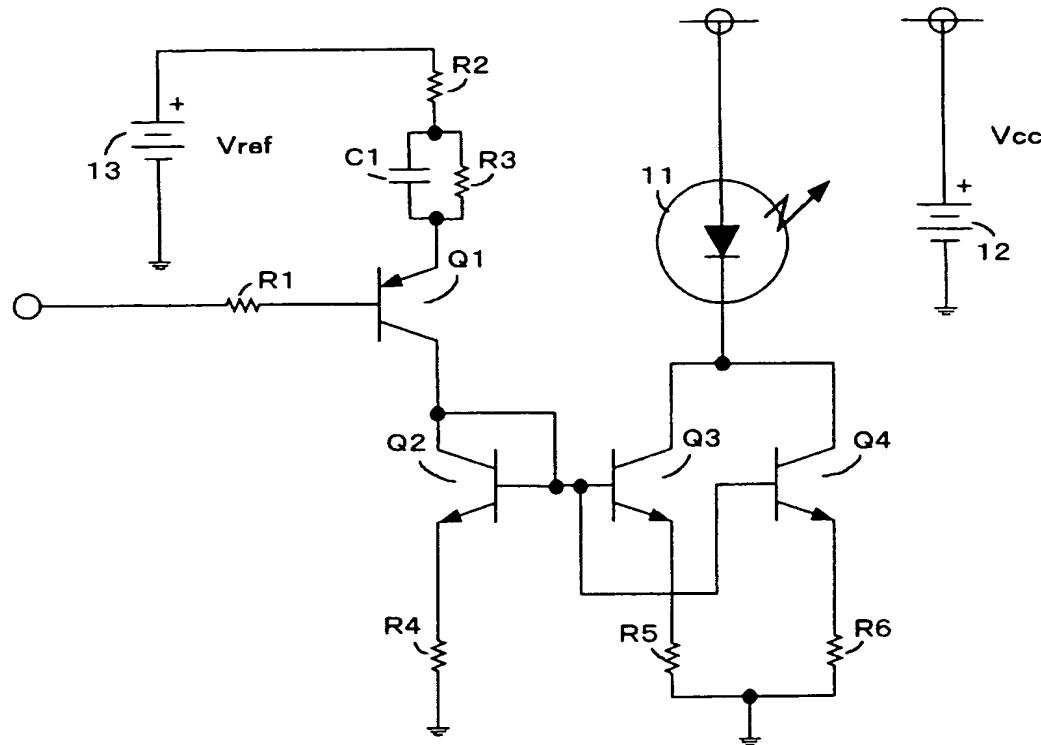


【図 4】



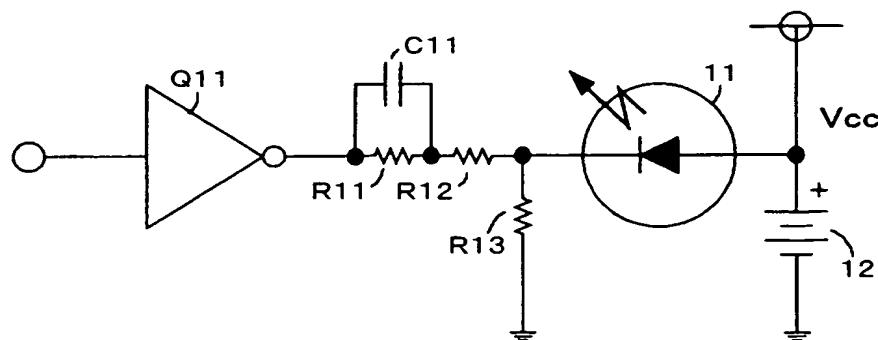
【図 5】

実施例の駆動回路の構成



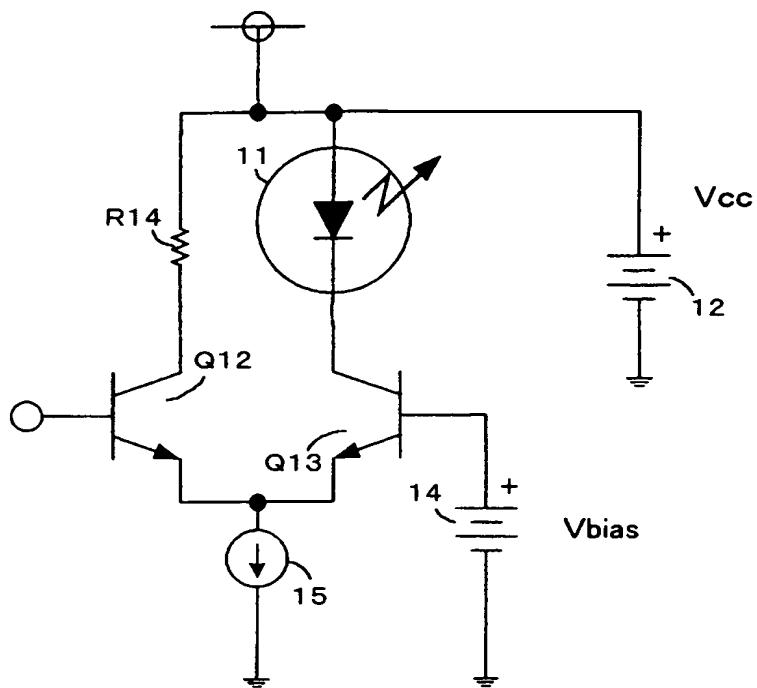
【図 6】

従来の駆動回路の構成



【図 7】

## 他の従来例の構成



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 L E D 等の発光素子の駆動回路において、簡易な構成で、消費電流も小さく、また発光素子の持っている遮断周波数より高い周波数成分の光信号が得られ、高速光通信を可能にする。

【解決手段】 光通信装置に備えられた L E D 駆動回路において、等価増幅器 1 と電流遙倍回路 2 により、発光素子である L E D (発光ダイオード) 3 の周波数特性と逆の周波数特性を持つ駆動部を構成する。また、駆動部は、 L E D 3 の遮断周波数  $f_c$  を極として略  $6 \text{ d B} / \text{o c t}$  の傾きで上昇するゲイン特性を持つ電流出力型の増幅器からなるようにし、さらに、該増幅器は、所望の周波数を生成する周波数生成部と、カレントミラー回路で構成された電流遙倍部よりなるようになる。

【選択図】 図 1

特願2002-336623

出願人履歴情報

識別番号 [000002303]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号  
氏 名 スタンレー電気株式会社